

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **10-023411**

(43)Date of publication of application : **23.01.1998**

(51)Int.Cl.

H04N 7/30

H04N 5/92

H04N 7/32

(21)Application number : **08-171451**

(71)Applicant : **SONY CORP**

(22)Date of filing : **01.07.1996**

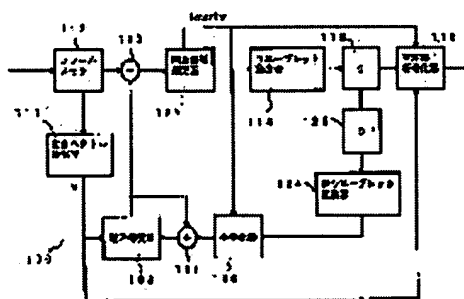
(72)Inventor : **TAKU IEN TON
OGATA MASAMI
SUZUKI TERUHIKO
MIYAHARA NOBUSADA**

(54) METHOD FOR ENCODING IMAGE, PICTURE SIGNAL RECORDING MEDIUM AND IMAGE DECODING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image encoding method capable of suppressing the dispersion of a quantized noise component of an wavelet factor and suppressing a ringing generation range to a small value.

SOLUTION: A movement compensator 103 constitutes a predictive picture from a moving vector detected from an input picture by a moving vector detector 111 and an already encoded/decoded picture, a meaningless area specifier 105 detects a meaningless area in a difference picture between a predictive picture calculated by a subtractor 190 and the input picture, a variable length encoder 116 encodes a quantized wavelet factor generated from the difference picture by an wavelet converter 114 and quantized by a quantizer 115 together with the moving vector and the meaningless area information, and a smoother 106 smoothes the meaningless area for the difference picture decoded from the quantized wavelet factor by a reverse quantizer 125 and a reverse wavelet converter 124. An adder 191 adds the smoothed difference picture to the predictive picture.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-23411

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月23日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 | |
|---------------------------|------|--------|---------|--------|---|
| H 0 4 N | 7/30 | | H 0 4 N | 7/133 | Z |
| | 5/92 | | | 5/92 | H |
| | 7/32 | | | 7/137 | Z |

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 17 頁)

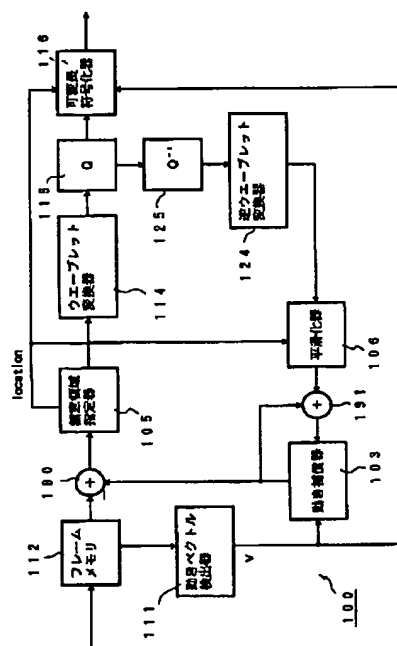
| | | | |
|-----------|-----------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平8-171451 | (71) 出願人 | 000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号 |
| (22) 出願日 | 平成8年(1996) 7月1日 | (72) 発明者 | タク イエン トン 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 緒形 昌美 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 鈴木 輝彦 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 |
| | | (74) 代理人 | 弁理士 小池 晃 (外2名) |
| | | | 最終頁に続く |

(54) 【発明の名称】 画像符号化方法、画像信号記録媒体及び画像復号装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ウェーブレット係数の量子化ノイズ成分の拡散を抑えることができ、リンギングの発生範囲を小さく抑えることができる画像符号化方法を提供する。

【解決手段】 入力画像から動きベクトル検出器111で検出される動きベクトルと既に符号化／復号化の終了している画像から動き補償器103で予測画像を構成し、減算器190で算出される予測画像と入力画像との差分画像の無意領域を無意領域指定器105で検出し、差分画像に対してウェーブレット変換器114により生成され、量子化器115で量子化した量子化ウェーブレット係数を動きベクトル及び無意領域の情報と共に可変長符号化器116により符号化し、量子化ウェーブレット係数から逆量子化器125及び逆ウェーブレット変換器124により復元された差分画像に対して無意領域を平滑化器106で平滑化し、その平滑化差分画像と予測画像とを加算器191で加算する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力された画像から動きベクトルを検出し、
上記動きベクトルと既に符号化／復号化の終了している画像から動き補償による予測画像を構成し、
上記予測画像と入力された画像との差分画像を算出し、
上記差分画像から差分値の無意領域を検出し、
上記差分画像に対してウェーブレット変換による周波数帯域分割処理を施してウェーブレット係数を生成し、
上記ウェーブレット係数に対して量子化を行なって量子化ウェーブレット係数を算出し、
上記量子化ウェーブレット係数を上記動きベクトル及び上記無意領域の情報と共に符号化し、
上記量子化ウェーブレット係数に対して逆量子化を行なった後逆ウェーブレット変換を施して差分画像を復元し、
上記逆ウェーブレット変換により得られた差分画像に対して上記無意領域を平滑化して平滑化差分画像を算出し、
上記平滑化差分画像と上記予測画像とを加算することによって復号化側で再生されるべき画像を得て、この画像から上記動き補償による予測画像を構成することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項2】 上記差分画像から差分値の無意領域を検出した後に、上記差分画像に対して上記無意領域の平滑化を行ってから上記ウェーブレット変換による周波数帯域分割処理を施して、ウェーブレット係数を生成することを特徴とする請求項1に記載の画像符号化方法。

【請求項3】 入力された画像からブロック単位で動きベクトルを検出して動き補償による予測画像を構成するとともに上記ブロック単位に対応するように差分画像をブロック状に分割し、ブロック単位で差分値の無意領域を検出することを特徴とする請求項1に記載の画像符号化方法。

【請求項4】 上記無意領域の情報の符号化を行なう際に、上記ブロック単位で無意領域であるか否かを表す1ビットのフラグを与えることを特徴とする請求項3に記載の画像符号化方法。

【請求項5】 上記無意領域内の画素値を強制的に0等の指定値にすることにより平滑化して平滑化差分画像を算出することを特徴とする請求項1に記載の画像符号化方法。

【請求項6】 上記差分値の無意領域を検出する際に、領域内の差分値の絶対値和又はその二乗和を閾値処理することによって評価を行なうことを特徴とする請求項1に記載の画像符号化方法。

【請求項7】 上記差分値の無意領域を検出する際に、領域内の差分値の標準偏差の和又はその最大値を閾値処理することによって評価を行なうことを特徴とする請求項1に記載の画像符号化方法。

【請求項8】 上記差分値の無意領域を検出する際に、その領域に対して検出した動きベクトルを閾値処理することによって評価を行なうことを特徴とする請求項1に記載の画像符号化方法。

【請求項9】 入力された画像から動きベクトルを検出し、
上記動きベクトルと既に符号化／復号化の終了している画像から動き補償による予測画像を構成し、
上記予測画像と入力された画像との差分画像を算出し、
上記差分画像から差分値の無意領域を検出し、
上記差分画像に対してサブバンド変換による周波数帯域分割処理を施し、サブバンド係数を生成し、
上記サブバンド係数に対して量子化を行なって量子化サブバンド係数を算出し、
上記量子化サブバンド係数を上記動きベクトル及び上記無意領域の情報と共に符号化し、
上記量子化サブバンド係数に対して逆量子化を行なった後逆サブバンド変換を施して差分画像を復元し、
上記逆サブバンド変換によって得られた差分画像に対して上記無意領域を平滑化して平滑化差分画像を算出し、
上記平滑化差分画像と上記予測画像とを加算することによって復号化側で再生されるべき画像を画像を得て、この画像から上記動き補償による予測画像を構成することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項10】 上記差分画像から差分値の無意領域を検出した後に、上記差分画像に対して上記無意領域の平滑化を行ってから上記サブバンド変換による周波数帯域分割処理を施して、サブバンド係数を生成することを特徴とする請求項9に記載の画像符号化方法。

【請求項11】 入力された画像からブロック単位で動きベクトルを検出して動き補償による予測画像を構成するとともに上記ブロック単位に対応するように差分画像をブロック状に分割し、ブロック単位で差分値の無意領域を検出することを特徴とする請求項9に記載の画像符号化方法。

【請求項12】 上記無意領域の情報の符号化を行なう際に、上記ブロック単位で無意領域であるか否かを表す1ビットのフラグを与えることを特徴とする請求項11に記載の画像符号化方法。

【請求項13】 上記無意領域内の画素値を強制的に0等の指定値にすることにより平滑化して平滑化差分画像を算出することを特徴とする請求項9に記載の画像符号化方法。

【請求項14】 上記差分値の無意領域を検出する際に、領域内の差分値の絶対値和又はその二乗和を閾値処理することによって評価を行なうことを特徴とする請求項9に記載の画像符号化方法。

【請求項15】 上記差分値の無意領域を検出する際に、領域内の差分値の標準偏差の和又はその最大値を閾値処理することによって評価を行なうことを特徴とする

請求項 9 に記載の画像符号化方法。

【請求項 1 6】 上記差分値の無意領域を検出する際に、その領域に対して検出した動きベクトルを閾値処理することによって評価を行なうことを特徴とする請求項 9 に記載の画像符号化方法。

【請求項 1 7】 入力画像と動き補償による予測画像の差分画像に対するウェーブレット係数を量子化した量子化ウェーブレット係数が動きベクトルとともに符号化されて記録された画像信号記録媒体であって、上記量子化ウェーブレット係数から復元された差分画像に対して差分値の無意領域を平滑化した平滑化差分画像と上記予測画像とを加算することによって生成される復号化側で再生されるべき画像から上記動き補償による予測画像が構成され、上記差分画像に対して差分値の無意領域を示す情報が上記量子化ウェーブレット係数及び動きベクトルとともに符号化されて記録されたことを特徴とする画像信号記録媒体。

【請求項 1 8】 入力画像と動き補償による予測画像の差分画像に対するサブバンド係数を量子化した量子化サブバンド係数が動きベクトルとともに符号化されて記録された画像信号記録媒体であって、上記量子化サブバンド係数から復元された差分画像に対して差分値の無意領域を平滑化した平滑化差分画像と上記予測画像とを加算することによって生成される復号化側で再生されるべき画像から上記動き補償による予測画像が構成され、上記差分画像に対して差分値の無意領域を示す情報が上記量子化サブバンド係数及び動きベクトルとともに符号化されて記録されたことを特徴とする画像信号記録媒体。

【請求項 1 9】 入力画像と動き補償による予測画像の差分画像に対するウェーブレット係数を量子化した量子化ウェーブレット係数から復元された差分画像に対して差分値の無意領域を平滑化した平滑化差分画像と上記予測画像とを加算することによって生成される画像から上記動き補償による予測画像が構成され、上記差分画像に対して差分値の無意領域を示す情報が上記量子化ウェーブレット係数及び動きベクトルとともに符号化されて伝送される伝送系における画像復号装置であって、上記伝送系により与えられた動きベクトルと既に復号化の終了している画像から予測画像を構成する動き補償手段と、上記伝送系により与えられた量子化ウェーブレット係数に対して逆量子化を行なった後の逆ウェーブレット変換を施して差分画像を復元する逆ウェーブレット変換手段と、上記逆ウェーブレット変換手段によって得られた差分画像に対して、上記伝送系により与えられた無意領域の位

置情報に基づいて差分画像中で該当する領域の平滑化を行なう領域平滑化手段と、

上記動き補償手段によって得られた予測画像と上記領域平滑化手段によって得られた平滑化差分画像との加算を行ない、再生画像を復元する画像加算手段とを有することを特徴とする画像復号装置。

【請求項 2 0】 上記領域平滑化手段は、領域の平滑化を行なう際に、無意値を強制的に 0 等の指定値にすることを特徴とする請求項 1 9 に記載の画像復号装置。

【請求項 2 1】 入力画像と動き補償による予測画像の差分画像に対するサブバンド係数を量子化した量子化サブバンド係数から復元された差分画像に対して差分値の無意領域を平滑化した平滑化差分画像と上記予測画像とを加算することによって生成される画像から上記動き補償による予測画像が構成され、上記差分画像に対して差分値の無意領域を示す情報が上記量子化サブバンド係数及び動きベクトルとともに符号化されて伝送される伝送系における画像復号装置であって、

上記伝送系により与えられた動きベクトルと既に復号化の終了している画像から予測画像を構成する動き補償手段と、

上記伝送系により与えられた量子化サブバンド係数に対して逆量子化を行なった後の逆サブバンド変換を施して差分画像を復元する逆サブバンド変換手段と、

上記逆サブバンド変換手段によって得られた差分画像に対して、上記伝送系により与えられた無意領域の位置情報に基づいて差分画像中で該当する領域の平滑化を行なう領域平滑化手段と、

上記動き補償手段によって得られた予測画像と上記領域平滑化手段によって得られた平滑化差分画像との加算を行ない、再生画像を復元する画像加算手段とを有することを特徴とする画像復号装置。

【請求項 2 2】 上記領域平滑化手段は、領域の平滑化を行なう際に、無意値を強制的に 0 等の指定値にすることを特徴とする請求項 2 1 に記載の画像復号装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像符号化方法、画像信号記録媒体及び画像符号装置に関し、特に、光ディスク、磁気ディスク、磁気テープ等の画像記録媒体に動画の映像信号を蓄積用符号化して記録するシステムや、伝送路を介して動画の映像信号を伝送するシステム等において使用される画像符号化方法、画像信号記録媒体及び画像符号化装置に関するものである。

【0002】

【従来技術】 デジタル信号の圧縮を目的とした符号化／復号化方式の 1 つとして、ウェーブレットフィルタ、またはサブバンドフィルタによる帯域分割に基づく方法がある。これらは、入力された信号に対して、異なる通

過帯域を有する複数のフィルタを施した後、各帯域幅に応じた間隔でサブサンプリングを施し、各フィルタの出力信号のエネルギーの偏りを利用して圧縮を行うものである。

【0003】図8に、ウェーブレットフィルタまたはサブバンドフィルタによる帯域分割および合成のための基本構成を示す。ここでは入力を1次元信号 $x[i]$ とする。図8において、分割器300は、帯域分割のための解析用ローパスフィルタ301と帯域分割のための解析用ハイパスフィルタ302を備え、これら2つのフィルタ301、302によって、入力信号を低周波数帯域信号 $XL[i]$ および高周波数帯域信号 $XH[i]$ に分割する。そして、サブサンプラ器330A、330Bは、帯域分割された各信号 $XL[i]$ 、 $XH[i]$ に対し

$$XL[j] = \begin{cases} XL[i] & \dots & i=2 \times j \\ 0 & \dots & i=2 \times j+1 \end{cases} \quad (3) \text{式}$$

$$HL[j] = \begin{cases} HL[i] & \dots & i=2 \times j \\ 0 & \dots & i=2 \times j+1 \end{cases} \quad (4) \text{式}$$

【0008】なる(3)式、(4)式に示すように、アップサンプラ器431A、431Bによってサンプル間隔を2倍に引き伸ばし、その中心位置にゼロの値を持つサンプルを挿入する。

【0009】そして、合成用ローパスフィルタ411、合成用ハイパスフィルタ412によって各帯域信号 $XL[i]$ 、 $XH[i]$ に補間処理を施し、その後、加算器436で加算することによって、入力信号 $x[i]$ を復

$$H_0(-z)F_0(z) + H_1(-z)F_1(z) = 0 \quad (5) \text{式}$$

$$H_0(z)F_0(z) + H_1(z)F_1(z) = 2z^{-L} \quad (6) \text{式}$$

【0012】なる(5)式、(6)式の関係が完全に、または近似的に満たされるように構成されている。 $H_0(z)$ 、 $H_1(z)$ 、 $F_0(z)$ 、 $F_1(z)$ はそれぞれ解析用ローパスフィルタ301、解析用ハイパスフィルタ302、合成用ローパスフィルタ411、合成用ハイパスフィルタ412の伝達関数であり、 L は任意の整数である。この拘束条件によって、合成器400における加算器436からの出力信号 $X''[i]$ が入力信号 $x[i]$ と完全に、あるいは近似的に一致することが保証される。

【0013】上述のようなウェーブレット分割、合成を符号化に用いる場合、サブサンプラ器330A、330Bとアップサンプラ器431A、431Bの間で符号化／復号化処理が行われることになる。また、図8の例では入力信号を2つの帯域に分割しているが、データ量の圧縮を目的とした符号化では、より効率的な圧縮を行うために、各帯域をさらに2乃至3回程度、再帰的に分割していくことが行われている。

て、次の

【0004】

【数1】

$$XL[j] = XL[i], \quad j=i/2 \quad (1) \text{式}$$

$$XH[j] = XH[i], \quad j=i/2 \quad (2) \text{式}$$

【0005】なる(1)式、(2)式で示すように1サンプル毎の間引き処理を行う。

【0006】合成器400では、上記間引き処理された各信号 $XL[j]$ 、 $XH[j]$ に対して、次の

【0007】

【数2】

【0010】ここで、分割器300側の解析用ローパスフィルタ301、解析用ハイパスフィルタ302、及び合成器400側の合成用ローパスフィルタ411、合成用ハイパスフィルタ412は、次の

【0011】

【数3】

【0014】図9及び図10にウェーブレット分割・合成またはサブバンド分割・合成の従来例の構成を示す。

【0015】図9に示すウェーブレット分割を行う符号器500は、解析用ローパスフィルタ501Aと解析用ハイパスフィルタ502Aによって入力信号 $x[i]$ を低周波数帯域 $XL0[i]$ と高周波数帯域 $XH0[i]$ に分割するが、(1)式と同様のサブサンプリング処理がサブサンプラ器530Aにより施された低周波数帯域信号 $XL0[j]$ は、第2の解析用ローパスフィルタ501Bと第2の解析用ハイパスフィルタ502Bによってさらに帯域分割が行われ、サブサンプラ器530C、530Dによりサブサンプリング処理が施される。

【0016】一方、1段目の解析用ハイパスフィルタ502Aを通過した高周波数帯域信号 $XH0[i]$ は、サブサンプラ器530Bによってサブサンプリング処理が施されたのち、低周波数帯域信号との同期をとるために遅延器537に入力される。この遅延器537によって遅延の施された1段目の高周波数帯域信号 $XH0$

【j】、及び2段目のサブサンプラ器530C、530Dによってサブサンプラ処理の施された高周波数帯域信号XH1[k]、低周波数帯域信号XL1[k]は、それぞれ量子化器532A、532B、532Cに入力さ

れ、対応する量子化ステップQH0、QH1、QL1によって、次の

【0017】

【数4】

$$XL1'[k] = \frac{XL1[k]}{QL1} \quad (7) \text{式}$$

$$XH1'[k] = \frac{XH1[k]}{QH1} \quad (8) \text{式}$$

$$XH0'[j] = \frac{XH0[j]}{QH0} \quad (9) \text{式}$$

【0018】なる(7)式、(8)式、(9)式のように量子化される。

【0019】そして、量子化された各データXL1'[k]、XH1'[k]、XH0'[j]は、可逆符号器／多重化器534に入力され、従来行われているようなハフマン符号化や算術符号化などの可逆符号化、さらに多重化処理などが施されて、蓄積媒体や伝送路を介して図10に示す復号器600に送られる。

【0020】図10において、ウェーブレット合成を行

う復号器600では、逆多重化器／可逆復号器635によって、上記符号器500でなされた多重化処理や可逆符号化に対する復号処理を行うことにより、データXL1'[k]、XH1'[k]、XH0'[j]を復元する。復元されたデータXL1'[k]、XH1'[k]、XH0'[j]はそれぞれ異なる逆量子化器633A、633B、633Cに入力され、次の

【0021】

【数5】

$$XL1''[k] = XL1'[k] \times QL1 \quad (10) \text{式}$$

$$XH1''[k] = XH1'[k] \times QH1 \quad (11) \text{式}$$

【0022】なる(10)式、(11)式、(12)式に示すように、上記量子化器432A、432B、432Cによってなされたのと逆の変換が施される。

【0023】ここで、2段目の分割における低周波数帯域信号XL1''[k]及び高周波数帯域信号XH1''[k]はそれぞれアップサンプラ器631A、631Bに入力される。また1段目の分割における高周波数帯域信号XH0''[j]は遅延器637に入力され、1段目の分割による低周波数帯域信号XL0''[j]が再構成されるのに必要な時間だけ遅延が施される。

【0024】各アップサンプラ器631A、631Bによって(3)式及び(4)式と同様のアップサンプラ処理の施された低周波数帯域信号XL1''[j]及び高周波数信号XH1''[j]は、それぞれ解析用ローパスフィルタ501B、解析用ハイパスフィルタ502Bと(5)式及び(6)の関係にある合成用ローパスフィルタ611A、合成用ハイパスフィルタ612Aに入力される。各フィルタ611A、612Aの出力は加算器636Aによって加算され、符号器500において1段目の分割によって得られた低周波数帯域信号XL0[j]に対応する信号XL0''[j]となる。

【0025】また、1段目の低周波数帯域信号XL0''[j]と遅延器637によって遅延の施された1段目の高周波数帯域信号XH0''[j]は、それぞれ各アップサンプラ器631C、631Dによりアップサンプリングが行われた後、合成用ローパスフィルタ611B、合成用ハイパスフィルタ612Bにより補間処理が施され、加算器636Bによって加算されて、入力信号x[i]に対応する再現信号x''[i]が得られる。

【0026】次に、図11、図12を用いて動画像符号化方式、及び復号化方式の従来例を説明する。

【0027】図11に示す符号器700において、動きベクトル検出器711は、フレームメモリ712に保存された入力画像から、動きベクトルvを検出する。動きベクトルの検出法としては、通常、16画素×16画素のブロック単位でのブロックマッチングが行われる。また、より高い精度を実現するために、半画素単位のマッチングが行われる。

【0028】また、動き補償器703は図示せぬフレームメモリを備え、現在、符号化すべき画像の各位置の画素値を、すでに符号化／復号化が終了し、このフレームメモリに保存されている画像から予測する。時刻tに入

力された画像上の位置 (i, j) における画素値 I
[i, j, t] の予測値 I' [i, j, t] は、この位
置に対応する動きベクトルを v = (v x (i, j,

t), v y (i, j, t)) を用いて、次の
【0029】
【数6】

$$\begin{aligned} I' [i, j, t] = & (I [i', j', t-T] + \\ & I [i' + 1, j', t-T] + \\ & I [i', j' + 1, t-T] + \\ & I [i' + 1, j' + 1, t-T]) / 4 \\ i'' = & \text{int} (i + v x (i, j, t) T) \\ j'' = & \text{int} (j + v y (i, j, t) T) \quad (13) \text{式} \end{aligned}$$

【0030】なる(13)式のように決定される。

【0031】ここで、Tは、現在予測を行っている画像
Iが入力された時刻と、フレームメモリ上にある画像が
入力された時刻の差であり、(13)式右辺のI
[i', j', t-T]、I [i' + 1, j', t-T]、I [i', j' + 1, t-T]、I [i' + 1, j' + 1, t-T]は、図示せぬフレームメモリ上の画
素値を表わす。また、int (x)はxを越えない最大
の整数値を表している。

【0032】また、減算器790は、現在符号化すべき

【0034】なる式(14)のような量子化処理を行
う。

【0035】そして、上記量子化器715により量子化
処理の施されたウェーブレット係数は、可変長符号化器
716及び逆量子化器725に供給される。逆量子化器

【0037】なる式(15)のような逆量子化処理を行
う。

【0038】逆量子化の施されたデータは、逆ウェーブ
レット変換器724によって逆ウェーブレットが行わ
れ、画素値の差分値が復元される。この差分値は、加算
器791によって動き補償器703から出力される予測
値と加算されて画素値のデータとなり、動き補償器70
3に送られて図示せぬフレームメモリに保存される。そ
して、可変長符号化器716は、量子化器715によつ
て得られた量子化されたウェーブレット係数、及び動き
ベクトル検出器711によって得られた動きベクトルv
に対して可変長符号化を施し、ビットストリームを出力
する。

【0039】一方、図12に示す復号器800では、は
じめに逆可変長符号化器826によって上述の符号器7
00における可変長符号化器716の逆処理を施し、ビ
ットストリームから、量子化の施されたウェーブレット
係数及び動きベクトルvを復元する。そして、得られた
ウェーブレット係数は逆量子化器825に、動きベクト
ルvは動き補償器803にそれぞれ供給される。上記逆
量子化器825及び逆ウェーブレット器824は、符号
器700のものと同じものであり、それぞれにおいて、

画素の値と、動き補償器703によって算出された予測
値との差分を計算する。ウェーブレット変換器714
は、上記減算器790により算出された差分値にウェー
ブレット変換を施す。さらに、量子化器715は、ウェ
ーブレット変換器714によって得られたウェーブレッ
ト係数cに対して、適当なステップサイズQを用いて次
の

【0033】
【数7】

725では、量子化器715で用いられたのと同じステ
ップサイズにより、次の

【0036】
【数8】

式(3)の逆量子化処理及び逆ウェーブレット変換を
施すことにより、画素値の差分値を復元する。

【0040】この差分値は、加算器891によって、動
き補償器803によってすでに生成されている予測値と
加算されて画素値のデータとなり、符号器700への入
力画像に対応する画像が再構成される。復号化された画
像の各画素値は、予測画像を生成するために、動き補償
器803に備えられた図示せぬフレームメモリに保存さ
れる。

【0041】動き補償器803は、符号器700のもの
と同じものであり、逆可変長符号化器826によって得
られた動きベクトルv及びすでにこの動き補償器803
が備える図示せぬフレームメモリに保存されている画像
を用いて、現在復号化すべき画像の各画素値の予測を行
う。

【0042】但し、現在符号化すべき画素の値と動き補
償器703によって算出された予測値との差分が大きい
場合には、符号化ビット量が多くなることを防ぐため
に、以下に示すイントラブロック符号化を行なう場合も
ある。すなわち、ブロック内の各画素からブロック内の
輝度値の平均を引いた値をウェーブレット変換器に送る
と共に、その輝度値の平均に対して符号化を行なう。

【0043】ウェーブレット符号化方式では、一般には例えば図13に示したような文法で符号化ビット列が生成される。ウェーブレット変換を用いた符号化方式では、MPEG1やMPEG2で用いられている離散コサイン変換(DCT)のようなブロック単位ではなく、一般に画像全体に対して量子化ウェーブレット係数を算出し符号化を行なう。そのため、符号化を行なう画像について、全ての動きベクトルの情報を出力した後、全てのウェーブレット係数の出力を行なう。図13に示した文法では、動きベクトルの検出及び動き補償の単位である各ブロックについて、まずベクトルの数を示すフラグを出力し、ベクトルの数が0であるイントラブロックの場合には、ウェーブレット係数の直流成分である平均オフセット値を出力し、ベクトルの数が1もしくはそれ以上であるインターブロックの場合(1つのブロック内に複数の動きベクトルを許容する場合もある)には、その領域に対して検出された動きベクトルを出力する。

【0044】

【発明が解決しようとする課題】ウェーブレット分割又はサブバンド分割に基づいた従来の符号化方式では、ウェーブレット変換又はサブバンド変換を行なった後で量子化すると、主に高周波成分において量子化ノイズが発生し、逆量子化した後でウェーブレット逆変換又はサブバンド逆変換を行なって得られる画像にリングングが発生するといった問題があった。特に、画像間予測を行なう際には、本来差分画像中の静止している領域の多くが無意値であるにもかかわらず、複数回の分割を行なう際のサブサンプリングの影響で、分割が進むほど相対的にタップ数が増える効果によって、動いている領域周辺等の有意値が静止している領域等の無意値にも拡散し、結果として広い範囲にリングングが発生するといった問題があった。

【0045】そこで、本発明の目的は、ウェーブレット分割又はサブバンド分割と量子化に伴うウェーブレット係数又はサブバンド係数の量子化ノイズ成分の拡散を抑えることができ、リングングの発生範囲を小さく抑えることができる画像符号化方法、画像信号記録媒体及び画像符号化装置を提供することにある。

【0046】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明は、既に符号化/復号化の終了している画像から動き補償手段を用いて得られた画像と、入力された画像との差分画像に対して、無意領域を検出し、検出した領域の位置情報を符号化し、その領域に対して平滑化が行なわれるように構成されている。

【0047】すなわち、本発明に係る画像符号化方法は、入力された画像から動きベクトルを検出し、上記動きベクトルと既に符号化/復号化の終了している画像から動き補償による予測画像を構成し、上記予測画像と入力された画像との差分画像を算出し、上記差分画像から

差分値の無意領域を検出し、上記差分画像に対してウェーブレット変換による周波数帯域分割処理を施し、ウェーブレット係数を生成し、上記ウェーブレット係数に対して量子化を行なって量子化ウェーブレット係数を算出し、上記量子化ウェーブレット係数を上記動きベクトル及び上記無意領域の情報と共に符号化し、上記量子化ウェーブレット係数に対して逆量子化を行なった後逆ウェーブレット変換を施して差分画像を復元し、上記逆ウェーブレット変換により得られた差分画像に対して上記無意領域を平滑化して平滑化差分画像を算出し、上記平滑化差分画像と上記予測画像とを加算することによって復号化側で再生されるべき画像を得て、この画像から上記動き補償による予測画像を構成することを特徴とする。

【0048】また、本発明に係る画像符号化方法は、入力された画像から動きベクトルを検出し、上記動きベクトルと既に符号化/復号化の終了している画像から動き補償による予測画像を構成し、上記予測画像と入力された画像との差分画像を算出し、上記差分画像から差分値の無意領域を検出し、上記差分画像に対してサブバンド変換による周波数帯域分割処理を施してサブバンド係数を生成し、上記サブバンド係数に対して量子化を行なって量子化サブバンド係数を算出し、上記量子化サブバンド係数を上記動きベクトル及び上記無意領域の情報と共に符号化し、上記量子化サブバンド係数に対して逆量子化を行なった後逆サブバンド変換を施して差分画像を復元し、上記逆サブバンド変換によって得られた差分画像に対して上記無意領域を平滑化して平滑化差分画像を算出し、上記平滑化差分画像と上記予測画像とを加算することによって復号化側で再生されるべき画像を画像を得て、この画像から上記動き補償による予測画像を構成することを特徴とする。

【0049】本発明に係る画像符号化方法では、例えば、上記差分画像から差分値の無意領域を検出した後に、上記差分画像に対して上記無意領域の平滑化を行ってから上記ウェーブレット変換による周波数帯域分割処理を施して、ウェーブレット係数を生成する。

【0050】また、本発明に係る画像符号化方法では、例えば、上記差分画像から差分値の無意領域を検出した後に、上記差分画像に対して上記無意領域の平滑化を行ってから上記サブバンド変換による周波数帯域分割処理を施して、サブバンド係数を生成する。

【0051】また、本発明に係る画像符号化方法では、例えば、入力された画像からブロック単位で動きベクトルを検出して動き補償による予測画像を構成するとともに上記ブロック単位に対応するように差分画像をブロック状に分割し、ブロック単位で差分値の無意領域を検出する。

【0052】また、本発明に係る画像符号化方法では、例えば、上記無意領域の情報の符号化を行なう際に、上記ブロック単位で無意領域であるか否かを表す1ビット

のフラグを与える。

【0053】また、本発明に係る画像符号化方法では、例えば、上記無意領域内の画素値を強制的に0等の指定値にすることにより平滑化して平滑化差分画像を算出する。

【0054】また、本発明に係る画像符号化方法では、例えば、上記差分値の無意領域を検出する際に、領域内の差分値の絶対値和又はその二乗和を閾値処理することによって評価を行なう。

【0055】また、本発明に係る画像符号化方法では、例えば、上記差分値の無意領域を検出する際に、領域内の差分値の標準偏差の和又はその最大値を閾値処理することによって評価を行なう。

【0056】また、本発明に係る画像符号化方法では、例えば、上記差分値の無意領域を検出する際に、その領域に対して検出した動きベクトルを閾値処理することによって評価を行なう。

【0057】本発明に係る画像信号記録媒体は、入力画像と動き補償による予測画像の差分画像に対するウェーブレット係数を量子化した量子化ウェーブレット係数が動きベクトルとともに符号化されて記録された画像信号記録媒体であって、上記量子化ウェーブレット係数から復元された差分画像に対して差分値の無意領域を平滑化した平滑化差分画像と上記予測画像とを加算することによって生成される復号化側で再生されるべき画像から上記動き補償による予測画像が構成され、上記差分画像に対して差分値の無意領域を示す情報が上記量子化ウェーブレット係数及び動きベクトルとともに符号化されて記録されたことを特徴とする。

【0058】また、本発明に係る画像信号記録媒体は、入力画像と動き補償による予測画像の差分画像に対するサブバンド係数を量子化した量子化サブバンド係数が動きベクトルとともに符号化されて記録された画像信号記録媒体であって、上記量子化サブバンド係数から復元された差分画像に対して差分値の無意領域を平滑化した平滑化差分画像と上記予測画像とを加算することによって生成される復号化側で再生されるべき画像から上記動き補償による予測画像が構成され、上記差分画像に対して差分値の無意領域を示す情報が上記量子化サブバンド係数及び動きベクトルとともに符号化されて記録されたことを特徴とする。

【0059】本発明に係る画像復号装置は、入力画像と動き補償による予測画像の差分画像に対するウェーブレット係数を量子化した量子化ウェーブレット係数から復元された差分画像に対して差分値の無意領域を平滑化した平滑化差分画像と上記予測画像とを加算することによって生成される画像から上記動き補償による予測画像が構成され、上記差分画像に対して差分値の無意領域を示す情報が上記量子化ウェーブレット係数及び動きベクトルとともに符号化されて伝送される伝送系における画像

復号装置であって、上記伝送系により与えられた動きベクトルと既に復号化の終了している画像から予測画像を構成する動き補償手段と、上記伝送系により与えられた量子化ウェーブレット係数に対して逆量子化を行なった後の逆ウェーブレット変換を施して差分画像を復元する逆ウェーブレット変換手段と、上記逆ウェーブレット変換手段によって得られた差分画像に対して、上記伝送系により与えられた無意領域の位置情報に基づいて差分画像中で該当する領域の平滑化を行なう領域平滑化手段と、上記動き補償手段によって得られた予測画像と上記領域平滑化手段によって得られた平滑化差分画像との加算を行ない、再生画像を復元する画像加算手段とを有することを特徴とする。

【0060】また、本発明に係る画像復号装置は、入力画像と動き補償による予測画像の差分画像に対するサブバンド係数を量子化した量子化サブバンド係数から復元された差分画像に対して差分値の無意領域を平滑化した平滑化差分画像と上記予測画像とを加算することによって生成される画像から上記動き補償による予測画像が構成され、上記差分画像に対して差分値の無意領域を示す情報が上記量子化サブバンド係数及び動きベクトルとともに符号化されて伝送される伝送系における画像復号装置であって、上記伝送系により与えられた動きベクトルと既に復号化の終了している画像から予測画像を構成する動き補償手段と、上記伝送系により与えられた量子化サブバンド係数に対して逆量子化を行なった後の逆サブバンド変換を施して差分画像を復元する逆サブバンド変換手段と、上記逆サブバンド変換手段によって得られた差分画像に対して、上記伝送系により与えられた無意領域の位置情報に基づいて差分画像中で該当する領域の平滑化を行なう領域平滑化手段と、上記動き補償手段によって得られた予測画像と上記領域平滑化手段によって得られた平滑化差分画像との加算を行ない、再生画像を復元する画像加算手段とを有することを特徴とする。

【0061】本発明に係る画像復号装置において、上記領域平滑化手段は、領域の平滑化を行なう際に、例えば無意値を強制的に0等の指定値にする。

【0062】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る画像符号化方法、画像信号記録媒体及び画像復号化装置のいくつかの好ましい実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0063】図1乃至図3に示す第1の実施の形態は、図11、図12に示したウェーブレット変換による符号化／復号化の従来例を改良したもので、基本的な構成は上記従来例とほぼ同じであるが、符号器100においてウェーブレット変換器14の前に無意領域指定器105が、また、符号器100及び復号器200においてウェーブレット逆変換器124、224の後に平滑化器106、206が存在する点が異なる。

【0064】図1に示す符号器100において、動きベクトル検出器111は、フレームメモリ112に保存された入力画像から、動きベクトル v を検出する。動きベクトルの検出法としては、通常、16画素×16画素のブロック単位でのブロックマッチングが行われる。また、より高い精度を実現するために、半画素単位のマッチングが行われる。また、動き補償器103は図示せぬフレームメモリを備え、現在、符号化すべき画像の各位置の画素値を、すでに符号化／復号化が終了し、このフレームメモリに保存されている画像から予測する。そして、減算器190は、現在符号化すべき画素の値と、動き補償器103によって算出された予測値との差分を計算する。

【0065】そして、無意領域指定器105では、入力

$$sum = \sum_{i,j \in BS} |X_{i,j}|$$

又は

$$sum = \sum_{i,j \in BS} |X_{i,j}|^2$$

【0068】差分値の絶対値和又は二乗和 sum を算出する。なお式(16)において、 X は差分画像中の任意のブロックを表し、 i, j は座標位置、 BS はブロックの範囲を表す。この和 sum がある閾値以下である場合には、そのブロックの位置に対する無意領域フラグを平滑化器106及び可変長符号化器116へ送る。

$$dev = \sum_{i,j \in BS} |\bar{x} - X_{i,j}|$$

又は

$$dev = \sum_{i,j \in BS} |\bar{x} - X_{i,j}|^2$$

【0071】ブロック内の差分値の標準偏差 dev を求め、この値がある閾値以下である場合には、そのブロック位置に対する無意領域フラグを平滑化器106及び可変長符号化器116へ送るようにしてもよい。あるいは、ブロック内の差分値の平均を求めた後、ブロック内の差分値の偏差の中で最大のものを求め、この偏差がある閾値以下である場合には、そのブロック位置に対する無意領域フラグを平滑化器106及び可変長符号化器116へ送る。ブロック内の差分値の偏差のうち、複数を評価の際の対象として用いても良い。静止しているブロック領域における差分値や標準偏差は小さくなるため、上記の評価方法によれば、静止しているブロック領域を指定できる。また、ここに記した以外の評価方法を用いても良い。

【0072】そして、ウェーブレット変換器114は、上記減算器190により算出された差分値にウェーブレット変換を施す。さらに、量子化器115は、ウェーブレット変換器14によって得られたウェーブレット係数 c に対して、適当なステップサイズ Q を用いて量子化処

理が行う。【0073】上記量子化器115により量子化処理の施されたウェーブレット係数は、可変長符号化器116及び逆量子化器125に供給される。逆量子化器125では、量子化器115で用いられたのと同じステップサイズにより逆量子化処理を行う。逆量子化の施されたデータは、逆ウェーブレット変換器124によって逆ウェーブレットが行われ、画素値の差分値が復元される。この上記逆ウェーブレット変換器124によって復元された画素値の差分値が平滑化器106を介して加算器191に供給される。

【0066】無意領域指定器105では、例えば以下のように平滑化領域を指定する。まず、入力された差分画像を、例えば図2のように縦横16画素のブロックに分割する。この時の各ブロックは、例えば動きベクトルの検出を行なった時に用いたブロックと同じものを用いる。その後各ブロックについて、次の(16)式に示すように、

【0067】

【数9】

(16) 式

【0069】ここで、上記無意領域指定器105では、ブロック内の差分値の平均を求めた後、次の(17)式にて、

【0070】

【数10】

(17) 式

理を行う。

【0074】上記平滑化器106では、上記無意領域指定器105から送られる位置情報 $location$ に基づいて、画像中で該当する範囲に対して平滑化を行なう。

【0075】そして、上記差分値は、加算器191によって動き補償器103から出力される予測値と加算されて画素値のデータとなり、動き補償器103に送られて図示せぬフレームメモリに保存される。そして、可変長

符号化器116は、上記無意領域指定器105により検出した上記差分値の無意領域を示す位置情報locationとともに量子化器115によって得られた量子化されたウェーブレット係数及び動きベクトル検出器111によって得られた動きベクトルvに対して可変長符号化を施し、ビットストリームを出力する。

【0076】一方、図3に示す復号器200では、はじめに逆可変長符号化器226によって上記符号器100における可変長符号化器116の逆処理を施し、ビットストリームから、上記差分値の無意領域を示す位置情報location、量子化されたウェーブレット係数及び動きベクトルvを復元する。そして、得られた位置情報locationは平滑化器206に、ウェーブレット係数は逆量子化器225に、動きベクトルvは動き補償器203にそれぞれ供給される。上記逆量子化器225及び逆ウェーブレット器224は、上記符号器100のものと同一のものであり、それぞれにおいて逆量子化処理および逆ウェーブレット変換を施すことにより、画素値の差分値を復元する。

【0077】上記平滑化器206では、上記逆ウェーブレット変換器224により復元された画素値の差分値に対して、上記逆可変長符号化器226から送られる位置情報locationに基づいて、画像中で該当する範囲の平滑化を行なう。

【0078】そして、上記差分値は、加算器291によって、動き補償器203によってすでに生成されている予測値と加算されて画素値のデータとなり、符号器150への入力画像に対応する画像が再構成される。復号化された画像の各画素値は、予測画像を生成するために、動き補償器203に備えられた図示せぬフレームメモリに保存される。

【0079】ここで、上記動き補償器203は、符号器100のものと同一のものであり、逆可変長符号化器226によって得られた動きベクトルv及びすでにこの動き補償器203が備える図示せぬフレームメモリに保存されている画像を用いて、現在復号化すべき画像の各画素値の予測を行う。

【0080】但し、現在符号化すべき画素の値と動き補償器203によって算出された予測値との差分が大きい場合には、符号化ビット量が多くなることを防ぐためにイントラブロック符号化を行なう場合もある。すなわち、ブロック内の各画素からブロック内の輝度値の平均を引いた値をウェーブレット変換器に送ると共に、その輝度値の平均に対して符号化を行なう。

【0081】ここで、図1に示した符号器100において、ブロック内の差分値や差分値の標準偏差の代わりに、例えば動きベクトル検出器111で求まるベクトルvを用いて評価を行なう方法もある。すなわち、図4に示す変形例のように、動きベクトル検出器111で求まるベクトルを無意領域指定器105に送り、このベクトル

ルの大きさがある閾値以下である場合には、そのブロックの位置に対する無意領域フラグを平滑化器106及び可変長符号化器116へ送る。

【0082】静止しているブロック領域でのベクトルは小さくなるため、上記の評価方法によれば、静止しているブロック領域を指定できる。動きベクトル検出器111で求まるベクトルvに限らず、他の処理器で求まる指標を用いても良い。

【0083】また、第1の実施の形態で示した評価方法等を組み合わせても良い。例えば、これらの実施例に示した評価方法に対する論理和や論理積を求め、その結果を評価の際に用いても良い。さらに、第1の実施の形態で示した評価方法を反対にしても良い。例えば第1の実施の形態について、ブロック内の差分値の絶対値和又は二乗和がある閾値以上の場合、そのブロックを動いている領域とみなし、そのブロック位置に対する有意領域フラグを平滑化器106及び可変長符号化器116へ送る。平滑化器106では、有意領域でないブロック位置に対して平滑化を行なう。

【0084】平滑化器106、206では、例えば以下のように平滑化を行なう。無意領域指定器105又は逆可変長符号化器226から送られる縦横16画素のブロックに対する無意領域フラグを受けとり、画像中でそのブロック位置に該当する範囲に対して差分値を全て強制的に0に置き換える。なお、差分値を全て強制的に0に置き換える以外の平滑化を行なっても良い。

【0085】このような構成によれば、縦横16画素のブロックというまとまった単位で領域の指定が行なえる上に、動きベクトルの検出を行なった時に用いたブロックと同じものを用いることによって、形状に対して多くのビットを割り振る必要がなくなる。なお、無意領域指定器105で差分画像を分割する際や領域を指定する際には、必ずしも縦横16画素のブロックで指定を行なう必要はなく、任意の形状を用いて良い。

【0086】次に、図5に本発明の第2の実施の形態を示す。この第2の実施の形態における符号化器100の基本的な構成は上述の図1に示した第1の実施の形態における符号化器100とほぼ同じであるが、符号器100の無意領域指定器105の後に第2の平滑化器106Sがある所が異なる。

【0087】可変長符号化器116で量子化ウェーブレット係数の符号化を行なう際、一般に0である係数が多いほど符号化ビット列は少なくて済む。この第2の実施の形態では、ウェーブレット変換器114の前に平滑化器106Sを置くことによって、例えば無意値は強制的に0になるため、符号化効率が向上する。

【0088】さらに、図6及び図7に本発明の第3の実施の形態を示す。この第3の実施の形態では、動きベクトルの検出及び動き補償の単位である各ブロックについて、以下のように符号化ビット列を構成する。

【0089】すなわち、図6のフローチャートに示すように、先ずステップS1において、符号化すべきデータのブロックがイントラブロックであるか否かを判定する。そして、イントラブロックの場合には、ステップS2に移ってベクトルの数を0かつ無意領域フラグをOFFとし、その後ステップS3に進んで、そのブロック内の輝度値の平均である平均オフセット値を出力する。

【0090】また、イントラブロック以外の場合には、ステップS4に移って動きベクトルの大きさが0でかつ無意領域であるか否かを判定する。そして、動きベクトルの大きさが0でかつ無意領域であるブロックの場合には、ステップS5に進んで、ベクトルの数を0かつ無意領域フラグをONにする。この場合には、その他に符号化を行なう必要がなくなる。これ以外のブロックの場合には、ステップS6に移って無意領域であるか否かを判定する。そして、無意領域である場合は、ステップS7に進んで、ベクトルの数を1以上かつ無意領域フラグをONにする。また、無意領域でない場合は、ステップS8に進んで、ベクトルの数を1もしくはそれ以上にし、無意領域フラグOFFにする。

【0091】そして、無意領域フラグON、OFFを出力した後、ステップS9に移って、その領域に対して検出された動きベクトルを出力する。

【0092】ブロックの走査順は、例えば図2の矢印で示した通りである。以上に示した文法を用いることによって、無意領域の位置情報とその領域に対して検出された動きベクトル等をブロック単位で一括して表現することができる。

【0093】この第3の実施の形態の基本的な構成は、図7に示すように上述の図13に示した従来例とほぼ同じであるが、無意領域であるか否かを示す無意領域フラグが加わっている点が異なり、これによって無意領域に対する動きベクトルを省略できる。

【0094】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ウェーブレット分割、又はサブバンド分割と量子化に伴うウェーブレット係数、又はサブバンド係数の量子化ノイズ成分の拡散を抑えることができ、リングングの発生

範囲を小さく抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る画像符号化方法を実施するための符号器の構成を示すブロック図である。

【図2】上記復号器における画像のブロック分割及びブロックの走査順を示す図である。

【図3】本発明に係る復号器の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明に係る画像符号化方法を実施するための符号器の他の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明に係る画像符号化方法を実施するための符号器の他の構成を示すブロック図である。

【図6】本発明に係る画像符号化方法による符号化ビット列生成の手順を示すフローチャートである。

【図7】本発明に係る画像符号化方法による符号化ビット列生成の文法構造を示す図である。

【図8】ウェーブレット分割・合成の原理を示すブロック図である。

【図9】ウェーブレット分割を行う分割器の基本構成を示すブロック図である。

【図10】ウェーブレット合成を行う合成器の基本構成を示すブロック図である。

【図11】ウェーブレット分割を行う従来の符号器の構成を示すブロック図である。

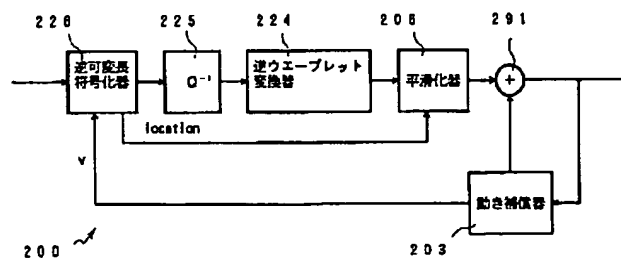
【図12】ウェーブレット合成を行う従来の復号器の構成を示すブロック図である。

【図13】従来の符号化ビット列生成の文法構造を示す図である。

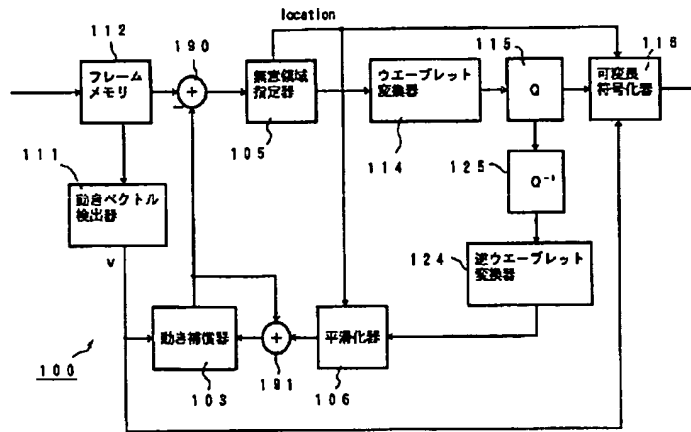
【符号の説明】

100 符号器、 103, 203 動き補償器、 105 無意領域指定器、 106, 106S, 206 平滑化器、 111 動きベクトル検出器、 112 フレームメモリ、 114 ウェーブレット変換器、 115 量子化器、 116 可変長符号化器、 124, 224 逆ウェーブレット変換器、 125, 225 逆量子化器、 190 減算器、 191, 291 加算器、 200 復号器、 226 逆可変長符号化器

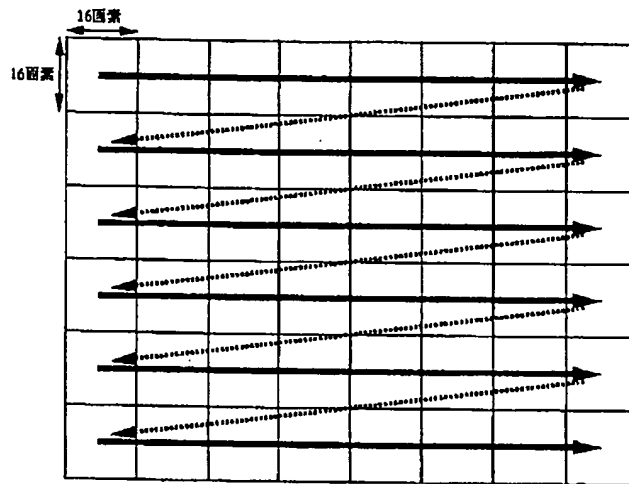
【図3】



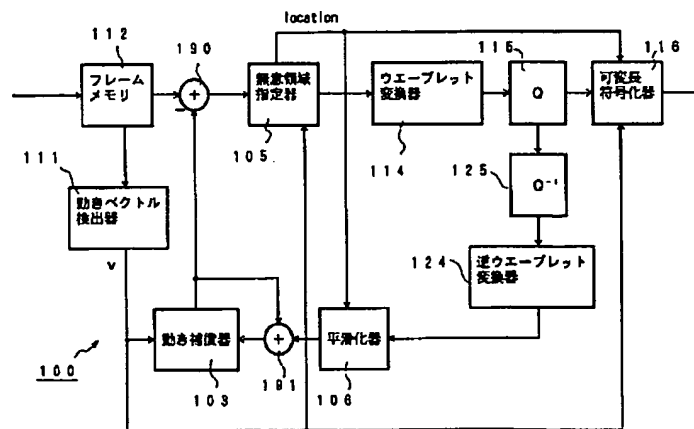
【図1】



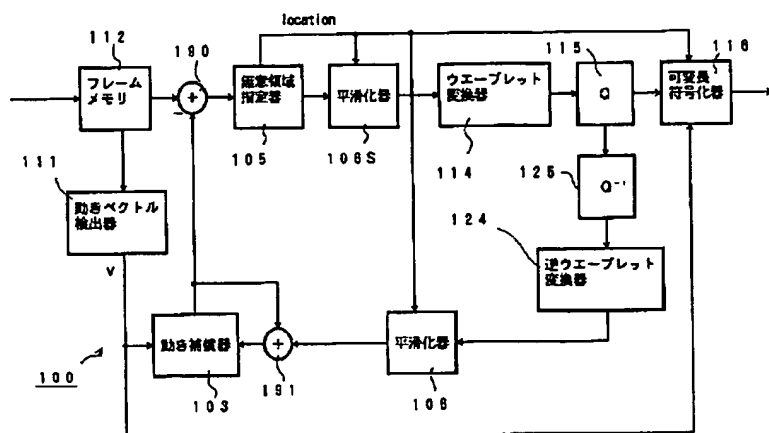
【図2】



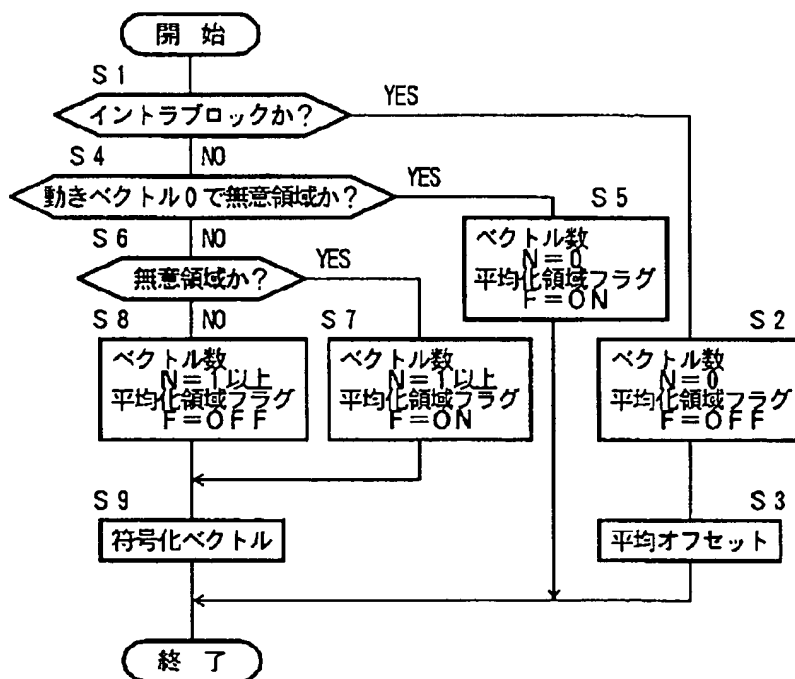
【図4】



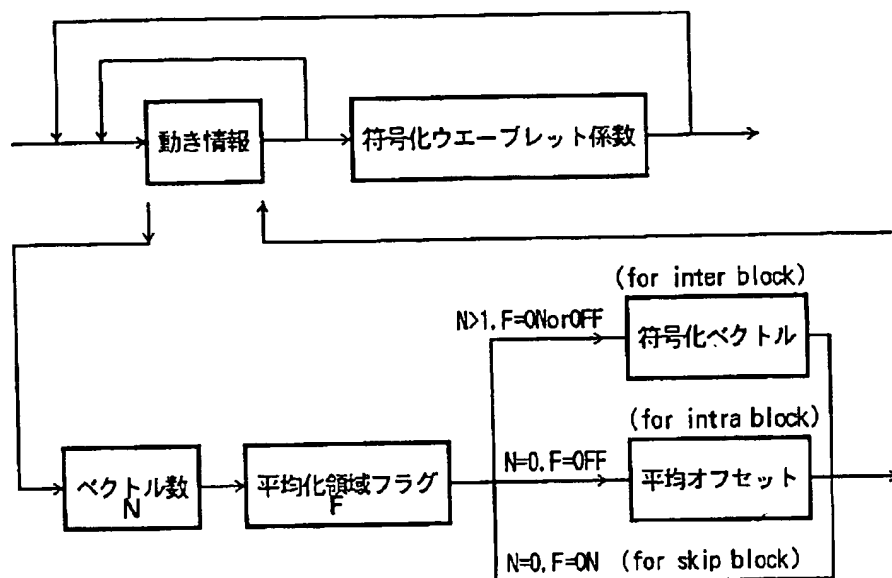
【図 5】



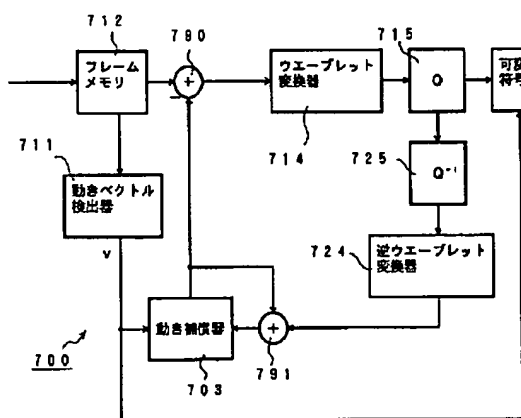
【图6】



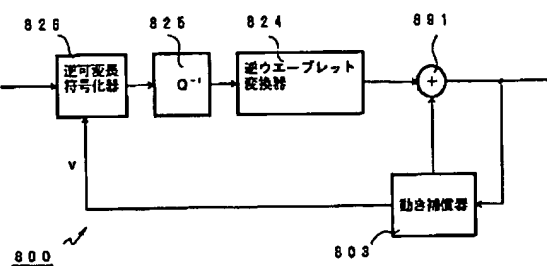
【図 7】



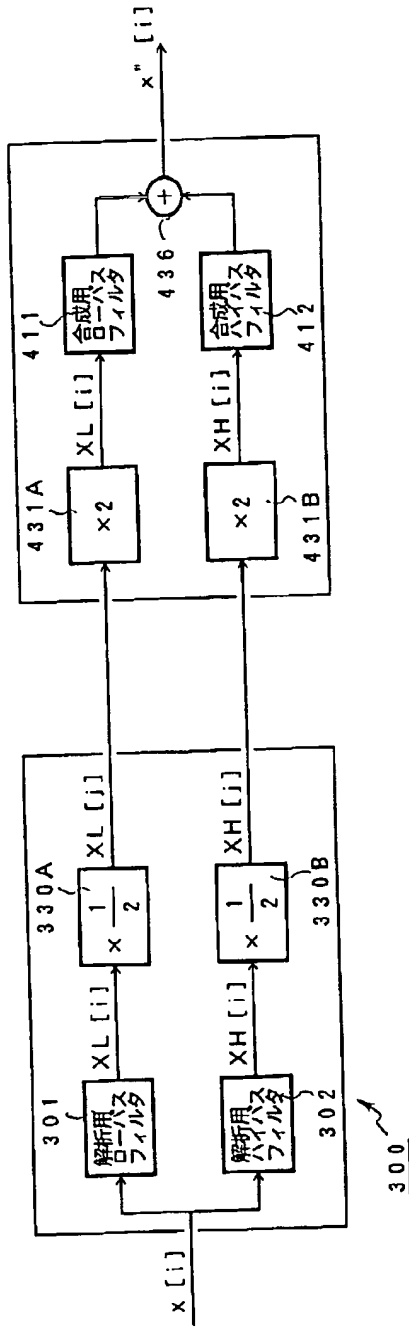
【図 11】



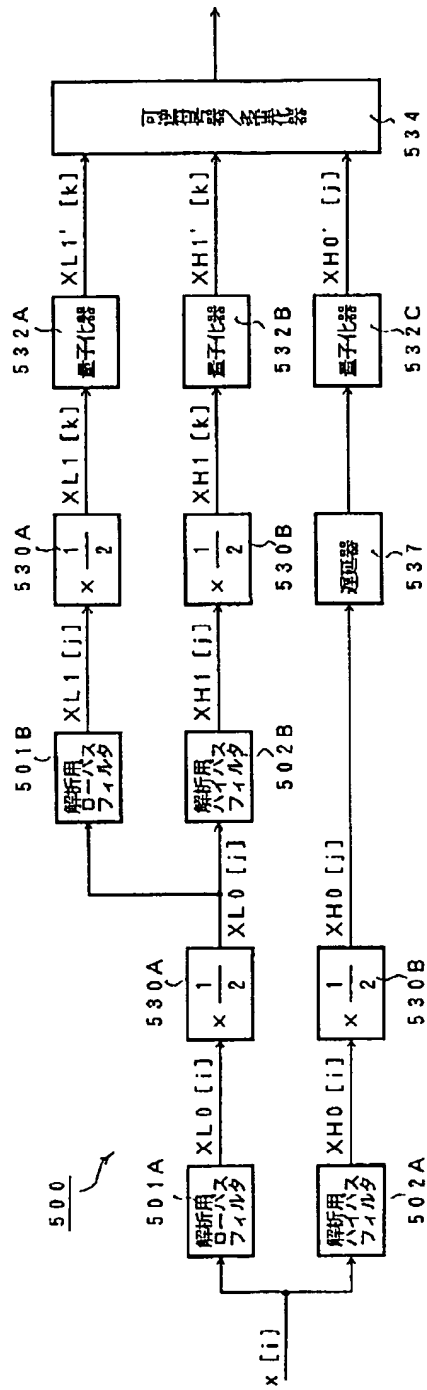
【図 12】



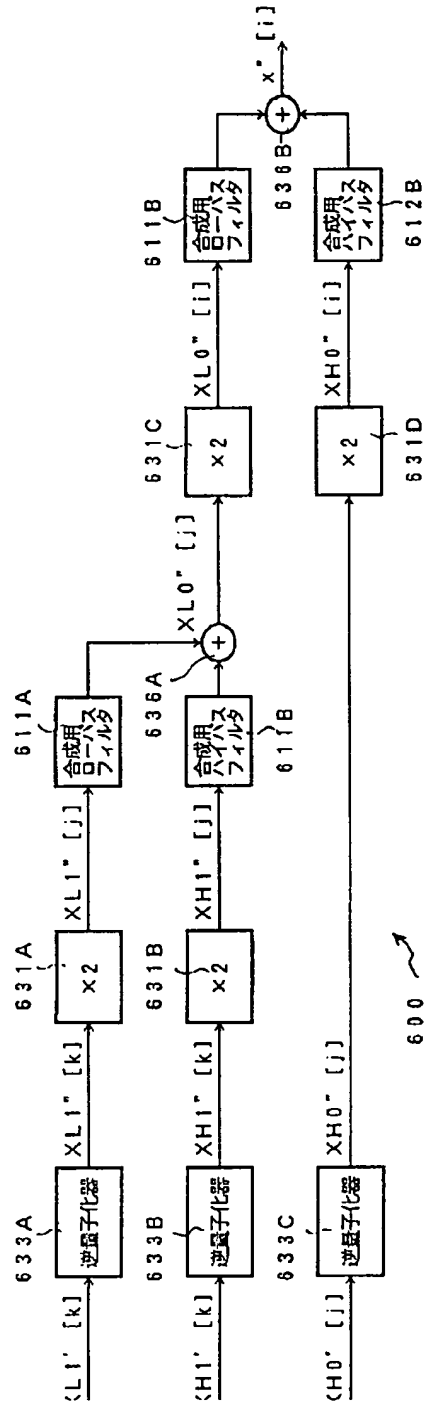
【図8】



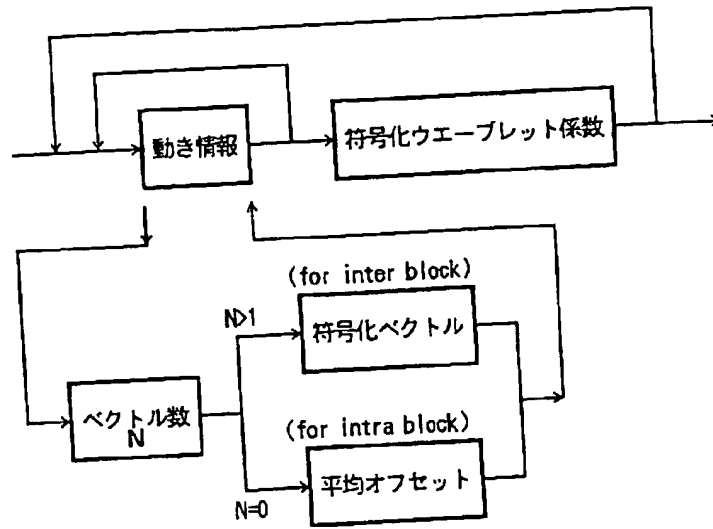
【図9】



【図10】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 宮原 信禎
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内